



Original

Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*

Effect of Diet Processing on the Productive Performance of *Clarias gariepinus*

José E. Llanes Iglesias *

* Empresa Desarrollo Tecnologías Acuícola. Carretera Central km 20 ½, Loma de Tierra, Cotorro, La Habana. Cuba.

Correspondencia: anamiletcl@infomed.sld.cu

Recibido: Mayo, 2020; Aceptado: Agosto, 2020; Publicado: Octubre, 2020.

RESUMEN

Antecedentes: La futura expansión de la acuicultura dependerá de alimentos balanceados procesados que promuevan óptimos indicadores productivos, particularmente en cultivos de bagres africanos (*Clarias gariepinus*) donde existen pocos estudios con esta finalidad. **Objetivo.** Evaluar el efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*.

Métodos: Se realizaron dos bioensayos con la formulación del alimento balanceado para alevinaje de bagres africanos. En el primero se comparó el alimento balanceado de forma peletizado (T-I peletizado) y extrusado (T-II extrusado) y en el segundo se utilizó el alimento peletizado de forma industrial (T-III peletizado) y este mismo se molió y se extrusó (T-IV peletizado-extrusado). Se utilizaron modelos de clasificación simple de dos tratamientos con tres replicas y los datos se compararon con un análisis de varianza simple.

Resultados: No hubo diferencias ($P>0,05$) en los pesos finales, conversión alimentaria y eficiencia proteica entre el alimento peletizado y extrusado. Sin embargo, el proceso de extrusión al alimento peletizado mejoró de forma significativa ($P<0,05$) el desempeño productivo de alevines de *Clarias gariepinus*. Las supervivencias fueron mayores que 90%.

Conclusiones: La utilización de pienso extrusado a partir de harinas mezcladas no tuvo efecto marcado en los indicadores productivos de *Clarias gariepinus*. Sin embargo, la extrusión del pienso peletizado mejoró el desempeño productivo de estos animales.

Palabras clave: alimentación, bagres africanos, extrusado, peletizado, ración (Fuente: MeSH)

Como citar (APA)

Llanes Iglesias, J. (2021). Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*. *Revista de Producción Animal*, 33(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3575>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

ABSTRACT

Background: Further expansion of aquaculture will depend on balanced and processed feeds that promote optimum productive indicators, particularly in the culture of African catfish (*Clarias gariepinus*), an area with few related studies. The aim of this paper was to evaluate the effects of diet processing on the productive performance of *Clarias gariepinus*.

Methods: Two bioassays were done with the formulation of the balanced feed for African catfish fry cultures. The first assay was based on a comparison of pelleted balance feeds (pelleted T-I), and extruded (extruded T-II). The second experiment included the commercial pellets (pelleted T-III), which were ground and extruded (pelleted/extruded T-IV). Simple classification models with two treatments and three repetitions were done; the data were compared using simple analysis of variance.

Results: No differences were found ($P < 0.05$) in final weight, feed conversion, and protein efficiency between the pelleted and the extruded feeds. However, extruding significantly improved ($P < 0.05$) the productive performance of *Clarias gariepinus* fries. Survival was over 90%.

Conclusions: The utilization of extruded feeds from mixed meals had no significant effects on the productive indicators of *Clarias gariepinus*. However, extruding the pelleted feed improved the productive performance of these animals.

Key words: African catfish, extruded feed, feeding, pellet, ration (*Source: MeSH*)

INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos balanceados para el sector acuícola avanzó a una velocidad sin precedentes. La evolución de los procesos de manufactura determinó con el paso del tiempo que los métodos de fabricación mejoraran y se adaptasen a las nuevas realidades de esta industria; una vez que la alimentación representa entre el 50 y 70% de los costos de producción (Perea-Román *et al.*, 2018), especialmente donde la intensificación del cultivo requiere de dietas y programas de alimentación que maximicen el desempeño productivo de los animales y su rentabilidad.

En Cuba, se evaluó un sistema de recirculación de agua (SRA) con tecnología holandesa para cultivo intensivo de bagres africanos (*Clarias gariepinus*), que demanda un programa de alimentación que incluye niveles y digestibilidades de nutrientes, oferta de biomasa, frecuencia de alimentación y tipo de procesamiento de las raciones.

La extrusión, como tecnología de procesamiento de alimentos, adquirió un gran protagonismo en el contexto de la producción de alimentos para peces. A diferencia de la peletización, incluye la cocción de ingredientes a alta temperatura (130-180 °C) y presión mecánica por 10-60 segundos (Cian *et al.*, 2017). Por lo tanto, tiene un impacto directo sobre las propiedades físico-químicas del producto, que puede incidir en la calidad nutricional de los ingredientes, la digestibilidad, durabilidad y estabilidad de los pellets y por ende en la calidad del agua (Molina y Espinoza, 2019). Además, desnaturaliza las enzimas indeseables y desactiva algunos factores

antinutricionales lo que potencia la biodisponibilidad de los ingredientes del pienso (Cian *et al.*, 2018).

El beneficio del procesamiento del alimento sobre el desempeño productivo de bagres africanos es muy poco, ya que es una especie de bajo valor comercial, se cultiva en pocos países y su estrategia de alimentación se dirige a métodos no convencionales, por consiguiente, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos bioensayos en el Laboratorio de Nutrición de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA), ubicado en el municipio Cotorro de la provincia Habana. En cada experimento se utilizó un modelo de clasificación simple de dos tratamientos con tres réplicas.

Los recipientes fueron tanques circulares de cemento de 68 L que tuvieron un flujo de agua de 0.2 L/min las 24 h. Todos los días se tomaron los valores de temperatura y oxígeno disuelto con un oxímetro digital (HANNA, Rumania) y semanalmente los niveles de amonio con un kit colorimétrico de aguas Aquamerck (<http://www.ictsl.net/>).

Los animales procedentes del área de alevinaje de la EDTA, estuvieron una semana de adaptación en una piscina de cemento de 4,5 m² donde recibieron el alimento balanceado de alevines de bagre (36% de proteína bruta) de forma peletizada; al cabo de este tiempo se pescaron y seleccionaron para su distribución en los recipientes experimentales.

Para los dos bioensayos se utilizó la formulación del alimento balanceado que se emplea para la etapa de alevinaje de *Clarias gariepinus* en cultivo intensivo, cuya composición porcentual y química se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición porcentual y química del alimento balanceado de alevines de bagres.

Ingredientes	g/100 g
Harina de pescado	24
Harina de soya	38
Harina de trigo	33
Aceite de soya	4
Mezcla Vit-Mineral	1
Total	100
Materia seca	90,28
Proteína bruta	36,05
Extracto etéreo	7,83
Fibra bruta	2,36
Cenizas	6,54
Energía digestible MJ/Kg	15,05

Bioensayo 1. Alimento peletizado versus A. extrusado

Las materias primas (harina de pescado, soya y trigo) se molieron aproximadamente a 250 μ m y se mezclaron en una mezcladora (*Hobart M-600*, Canadá), donde también se adicionaron el resto de los ingredientes de la formulación. La mezcla final se dividió en dos porciones iguales y ambas se aglomeraron en el extrusor; una a temperatura ambiente (*T-I - alimento peletizado*) y la otra a 140°C (*T-II - Alimento extrusado*). Posteriormente, las dietas se secaron en una estufa (*Selecta*, España) a 60°C durante 12 h y se envasaron en recipientes plásticos con tapa.

Un total de 120 alevines de *Clarias gariepinus* (20,3 \pm 0,06 g de peso promedio inicial) se ubicaron al azar en seis recipientes (20 peces por cada uno), los cuales se alimentaron al 4 % del peso corporal /día en dos raciones diarias (9:00 y 16:00 h) durante 60 días. Cada 15 días se pesaron todos los animales para el ajuste de las raciones y evaluar los indicadores productivos.

Bioensayo 2. Alimento peletizado versus A. peletizado - extrusado

Se utilizaron 20 kg de alimento balanceado peletizado procedente de la Fábrica de Pienso ALISUR, el cual se dividió en dos porciones de 10 kg. Una se envasó directo en un recipiente plástico con tapa (*T-III – Alimento peletizado*) y la otra se molió aproximadamente a 250 μ m y se extrusó a 140°C de temperatura en el extrusor (*DGP 70*, China), se secó en la estufa y se envasó en otro recipiente con tapa (*T-IV- Alimento peletizado- extrusado*). Ambos alimentos se almacenaron a temperatura ambiente durante el periodo experimental.

Se utilizaron 120 alevines de *Clarias gariepinus* (15,3 \pm 0,08 g de peso promedio inicial) distribuidos al azar en grupos de 20 peces en seis tanques. La alimentación fue al 4.5 % del peso corporal /día en dos raciones diarias (9:00 y 16:00 h) durante 60 días. Cada 15 días se pesaron todos los animales para el ajuste de las raciones.

Las determinaciones bromatológicas a las materias primas y el alimento balanceado se realizaron según los métodos descritos por Latimer (2016) y la energía digestible se calculó según los coeficientes calóricos referidos por Toledo, Llanes y Romero (2015).

Al final de los bioensayos se realizó un pesaje individual de los animales en una balanza digital (*Sartorius*, Alemania) para el cálculo de los siguientes indicadores productivos:

Consumo de alimento= Alimento añadido/ Número de animales finales

Consumo de proteína= Proteína añadida/ Número de animales finales

Peso medio final

Factor de Conversión Alimentaria (FCA) =Alimento añadido /Ganancia peso

Eficiencia Proteica (EP)=Ganancia en peso/ Proteína suministrada

Supervivencia (S)= No. Animales finales/ No. Animales iniciales x 100.

Análisis estadístico: Con los pesos finales y los valores promedios del resto de los indicadores se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA) mediante el paquete estadístico INFOSTAT versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo experimental la temperatura y el oxígeno disuelto del agua oscilaron de 25.7 a 26.9°C y de 3.1 a 5.0 mg/L respectivamente; el nivel de amonio se mantuvo en niveles de 0.01 mg/L, a través de la circulación de agua. Estos valores se consideran de confort para el buen desempeño productivo de la especie (Toledo, Llanes y Lazo de la Vega, 2011).

En la formulación del alimento se utilizó la harina trigo como aglutinador principal para lograr una mayor estabilidad de los pellets en el agua, debido a que el almidón de este cereal tiene menor temperatura de gelatinización que el maíz, arroz y otros granos, así como su contenido de gluten y el tamaño de las partículas (muy finas) ayudan al proceso de gelatinización y aglutinación (Toledo, Llanes y Romero, 2015).

No se encontraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) en los indicadores de peso final, conversión alimentaria y eficiencia proteica entre los animales que consumieron el pienso extrusado y peletizado (Tabla 2); resultados que coinciden con los reportados por Pokniak *et al.* (1999), en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), y los de Aguilar, Afanador y Muñoz (2010) con tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus* Var. Chitralada). Estos últimos autores informaron que, durante la extrusión, las altas temperaturas y la presión causan la gelatinización del almidón de la dieta lo que permite incrementar la disponibilidad de los carbohidratos del alimento, pero es posible que se produzcan reacciones tipo Maillard que disminuyan la disponibilidad de algunos aminoácidos y por tanto no permite una mejora del desempeño productivo de los animales comparados con alimentos peletizados.

Tabla 2. Resultados de los indicadores productivos de alevines de *Clarias gariepinus* con el alimento peletizado y extrusado.

Indicadores	T-III Peletizado	T-IV Extrusado	\pm EE	P
Peso final, g	135.8 \pm 3.28	131.7 \pm 2.4	-	0.313
FCA	1.09	1.08	0.01	0.836
Eficiencia proteica	3.07	3.09	0.04	0.862
Supervivencias, %	90.0	91.86	3.35	0.813

El proceso de extrusión que se le realizó al pienso peletizado (T-IV) mejoró de forma significativa ($P<0,05$) el crecimiento y la eficiencia alimentaria de los animales (Tabla 3), lo cual pudiera indicar que este proceso complementó la gelatinización de los almidones presente en este alimento y proporcionó una tasa de digestión del almidón más rápida, lo cual condujo a una mayor disponibilidad energética para el metabolismo del pez y por otra parte, está en desacuerdo con lo informado por Aguilar, Afanador y Muñoz (2010) en cuanto a la disponibilidad de ciertos aminoácidos por las reacciones de tipo Maillard.

Tabla 3. Resultados de los indicadores productivos de alevines de *Clarias gariepinus* con el alimento peletizado y peletizado-extrusado.

Indicadores	T-I Peletizado	T-II Peletizado-extrusado	\pm EE	P
Peso final, g	71,65+1,18	92,4+2,79	-	0,000
FCA	1.24	1.02	0.05	0.001
Eficiencia proteica	2.29	2.78	0.11	0.001
Supervivencias, %	100	97.78	1.11	0.374

Es importante señalar, además, que en este tratamiento (IV), el alimento peletizado antes de extrusarlo se molió lo cual permite reducir más aun el tamaño de las partículas de las materias primas, lo cual influye en una mayor digestibilidad y mejor conversión alimentaria (Toledo, Llanes y Romero, 2015). Por lo anterior puede inferirse que el efecto del procesamiento de la ración sobre un mejor desempeño productivo de los animales pudiera estar más relacionado con el tamaño de partícula de las materias primas previo a la elaboración del alimento y al proceso de gelatinización de los almidones.

Son escasos los estudios recientes que comparan alimentos peletizados y extruidos en la alimentación de peces. Gur (1997) reportó que no obtuvo beneficio adicional en la producción de pellets flotantes por extrusión seca (bajos niveles de humedad) en alevines de tilapias del Nilo. Por su parte, Furuya *et al.* (1998) en machos revertidos de la misma especie no encontraron diferencias estadísticas en los pesos finales, conversión alimentaria y supervivencia, solo la eficiencia proteica fue mayor con el alimento extrusado.

En otro trabajo de Cruz y Rhida (2001), evaluaron el efecto de la alimentación con pellets flotantes y peletizados en juveniles de tilapias del Nilo en SRA y reportaron los mejores crecimiento y conversión alimentaria con el pienso peletizado, aunque este tuvo un mayor nivel de proteína bruta (42%) respecto al flotante (32,8%) y está bien documentado la relación directa entre el crecimiento y el nivel de proteínas en peces (Mejías, Isea y Molina, 2016). Sin embargo, el costo de alimentación (precio del alimento x el factor de conversión alimentario) y el costo total para producir un kg de biomasa mejoraron con el alimento flotante.

El desarrollo de la piscicultura intensiva en el país debe prever la extrusión de los alimentos para mejorar sus características físicas, gelatinización de los almidones, tasa de flotabilidad, pasteurización, estabilidad en el agua y en general, propiedades críticas que impactan nutricionalmente y al medio ambiente. Además, la extrusión permite agregar más soya en la dieta y disminuir la harina de pescado (Cian *et al.*, 2017), así como elaborar dietas hiperenergéticas con altos porcentajes de lípidos en su composición (Molina y Espinosa, 2019).

Dada la relevancia de la alimentación sobre los costos totales en el cultivo de peces y la limitada información local en el tema del presente trabajo, se justifica seguir evaluando, bajo otras condiciones experimentales, las ventajas que pueda tener el procesamiento de las raciones sobre el desempeño productivo de los animales.

CONCLUSIONES

La utilización de pienso extrusado a partir de harinas mezcladas no tuvo un efecto marcado en los indicadores productivos de *Clarias gariepinus*.

El proceso de extrusión al pienso peletizado mejoró el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*.

REFERENCIAS

- Aguilar, F., Afanador-Téllez, G., & Muñoz-Ramírez, A. (2010). Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Var. Chitralada) en un ciclo comercial de producción. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(II), 104-118. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/article/view/17350/20013>
- Cian, R. E., Bacchetta, C., Cazenave, J., & Drago, S. R. (2017). Optimization of single screw extrusion process for producing fish feeds based on vegetable meals and evaluation of nutritional effects using a juvenile *Piaractus mesopotamicus* model. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.004>
- Cian, R. E., Bacchetta, C., Cazenave, J., & Drago, S. R. (2018). Extruded fish feed with high residual phytase activity and low mineral leaching increased *P. mesopotamicus* mineral retention. *Animal Feed Science and Technology*, 240, 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.03.016>
- Cruz, E. M., & Ridha, M. T. (2001). Growth and survival rates of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. juveniles reared in a recirculating system fed with floating and sinking pellets. *Asian Fisheries Science*, 14(1), 9-16.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2012). InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Furuya, W. M., Souza, S. R. D., Furuya, V. R. B., Hayashi, C., & Ribeiro, R. P. (1998). Pelletized and extruded diets for reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) males, in finishing phase. *Ciência Rural*, 28(3), 483-487. <https://doi.org/10.1590/S010384781998000300022>
- Gur, N. (1997). Innovations in tilapia nutrition in Israel. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 49(3), 151-159.
- Latimer, G. W. (2016). Official methods of analysis of AOAC International. Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5.

- Mejías, D., Isea, F., & Molina, M. (2016). Determinación del Requerimiento Proteico de Alevines de Cachamoto (*Colossoma Macropomum* ♀ X *Piaractus Brachypomus* ♂). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 50(3). ISSN 0375-538x
- Molina, C & Espinosa, M. (2019). Extrusión: Una forma de mejorar la eficiencia del alimento y rendimiento camaronero. *Panorama Acuícola Magazine*, sept- octubre, 76-86.
- Perea-Román, C., Garcés-Caicedo, Y. J., Muñoz-Arboleda, L. S., Hoyos-Concha, J. L., & Gómez-Peñaranda, J. A. (2018). Valoración económica del uso de ensilaje de residuos piscícolas en la alimentación de oreochromis spp. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1), 43-51.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S169235612018000100043&script=sci_abstract&tlng=pt
- Pokniak, J., Cornejo, S., Galleguillos, C., Larraín, C., & Battaglia, J (1999). Effects of pelletization or extrusion of the fattening diet on production performance of pan sizerainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Arch. Med. Vet.*, 31(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X1999000100017>
- Toledo J., Llanes J. & Romero, C. (2015). Nutrición y alimentación de peces de aguas cálidas. *AcuaCUBA*, 17(1), 5-29. ISSN: 1608-0467.
- Toledo, J., Llanes, J. & Lazo De La Vega, J. (2011). El Clarias. Una amenaza para el ecosistema cubana? *AcuaCUBA*, 13(1), 5-11. ISSN 1608-0467 / RNPS 0373.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.